

Desempenho agronômico da cultura do trigo após inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*

Leandro Galon^{1*}, Felipe Adeliode David², André Luiz Radunz³, Cesar Tiago Forte², Lauri Lourenço Radunz¹, Amauri Nelson Beutler⁴, Gismael Francisco Perin¹, Ivan Renato Krolow⁵, Renato Kujawinski⁶, Camile Thais Castoldi²

Resumo – Objetivou-se com o trabalho avaliar, em condições de campo, o desempenho agronômico da cultura do trigo após inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, isolado ou associado a doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. No fator A foram alocadas as doses de nitrogênio (0,0; 67,5 e 135,0 kg ha⁻¹) e no B as doses de *A. brasilense* (0,0; 100; 200 e 300 mL ha⁻¹). Na pré-colheita avaliou-se o número de espigas m⁻² e a altura de plantas de trigo. Após a colheita determinou-se o comprimento de espiga, o número de grãos cheios, estéreis, e total por espigas, a massa de mil grãos, a produtividade de grãos e o peso hectolitro. Os resultados demonstram efeitos diferenciados para as variáveis avaliadas após a aplicação de *A. brasilense* associado ou não às doses de nitrogênio. O efeito positivo de *A. brasilense* sobre as variáveis é observado, em geral, com o uso de doses de superiores a 160 mL ha⁻¹ e na ausência da aplicação de nitrogênio. O *A. brasilense* influenciou negativamente a altura de planta e o número de espigas. Ocorreu redução do peso hectolitrico dos grãos de trigo com o incremento das doses de nitrogênio. A produtividade de grãos foi influenciada positivamente por *A. brasilense*, dentro de determinadas doses. A associação de *A. brasilense* e de nitrogênio apresenta efeito negativo na produtividade de grãos de trigo, sendo observada maior produtividade apenas quando a bactéria é aplicada na ausência do uso de nitrogênio. As variáveis comprimento de espiga, número de grãos totais por espiga, cheios e estéreis, e a massa de mil grãos não foram influenciadas pelos tratamentos.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*. Produtividade. Fixação biológica de nitrogênio.

Agronomic performance of wheat after seed inoculation with *Azospirillum brasilense*

Abstract – The objective of the study was to evaluate in field conditions the agronomic performance of wheat after seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, isolated or associated with nitrogen levels. The experimental design was a complete randomized block in factorial scheme 4 x 3 with four replicates. In factor A the nitrogen levels were allocated (0.0, 67.5 and 135.0 kg ha⁻¹) and in B the *Azospirillum brasilense* levels (0, 100, 200 and 300 mL ha⁻¹). Before harvest the number of spikes m⁻² and plant height were evaluated. In harvest it was determined the spikes length, number of filled grains, sterile and full spikes, thousand grain weight, grain yield and hectoliter weight. The results presented differential effects for the variables evaluated after application of *A. brasilense* with or without nitrogen levels. The positive effect of *A. brasilense* on variables is observed, in general, with the use of levels over 160 mL ha⁻¹ and in absence of nitrogen application. The *A. brasilense* influenced negatively the plant height and the number of spikes. Reductions of hectoliter weight occurred with the increase of nitrogen levels. Grain yield was positively influenced by *A. brasilense* in certain levels. The association of *A. brasilense* and nitrogen fertilizer has a negative effect on grain yield and yield increased was observed only when the bacterium is applied in absence of nitrogen fertilizer. The spike length, number of total grains per spike, sterile and filled spike and thousand grain weight is not affected by treatments.

Key-words: *Triticum aestivum*. Yield. Biological nitrogen fixation.

Introdução

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, apresentando importância econômica, social e cultural para o mundo. No Brasil, a região Sul, na safra 2013,

cultivou 95,2% da área brasileira, sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o maior produtor do cereal, responsável por aproximadamente 57% do volume de

Manuscrito submetido em 20/11/2014 e aceito para publicação em 26/04/2015

¹Eng. Agr. Doutor, Professor Adjunto, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, Rodovia RS 135, km 72, n.200, CEP: 99700-000, Erechim/RS, Tel.: (54) 3321-7347. E-mail: leandro.galon@uffs.edu.br. *Bolsista em produtividade de Pesquisa do CNPq.

²Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da UFFS, Campus Erechim/RS.

³Eng. Agr. Doutor, Bolsista DTI/FAPERGS/CAPES/UFFS, Campus Erechim/RS.

⁴Eng. Agr. Doutor, Professor Adjunto, Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus Itaquí/RS.

⁵Eng. Agr. Doutor em Agronomia, Profissional Autônomo, Capão do Leão/RS.

⁶Acadêmico de Agronomia da UFFS, Campus Erechim/RS.

grãos produzidos no país (CONAB, 2014).

A obtenção de elevada produtividade nas lavouras tritícolas está condicionada ao lançamento de novas cultivares, aos manejos e tratos culturais adotados e principalmente ao uso de altas doses de fertilizantes, em especialos nitrogenados (MENEHIN et al., 2008; DARTORA et al., 2013), pois o nitrogênio (N) é considerado um nutriente limitante para o desenvolvimento, crescimento, produtividade e qualidade dos grãos (SALA et al., 2007; MENEHIN et al., 2008; MEGDA et al., 2009; TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

A busca por maiores produtividades tem aumentado o uso dos adubos nitrogenados nos cultivos agrícolas. Entretanto, além de elevar os custos de produção, esse fertilizante pode provocar a contaminação dos agroecossistemas devido às perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação (SANTOS e FAGERIA, 2007; SANT'ANA et al., 2010).

Desse modo, aliado à crescente demanda por uma agricultura mais sustentável, no que tange ao uso dos recursos naturais, a utilização de bactérias diazotróficas fixadoras de N tem sido foco de muitas pesquisas. Para gramíneas, como arroz, trigo, milho e sorgo, a fixação biológica de N₂ da atmosfera por bactérias dos gêneros *Herbaspirillum*, *Burkholderia* e *Azospirillum* tem demonstrado suprir parcialmente a demanda das plantas (HUNGRIA et al., 2010). Destaca-se entre essas o *A. brasilense*, pelos resultados positivos alcançados quando associado a gramíneas, tais como o milho e trigo (HUNGRIA et al., 2010; MENDES et al., 2011; NOVAKOWSKI et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014).

Contudo, apesar da existência de resultados positivos em gramíneas, com o uso de *A. brasilense*, é de conhecimento que o genótipo da planta hospedeira e as condições climáticas do local de cultivo são fundamentais para o estabelecimento da interação planta-bactéria e conseqüentemente ter-se a obtenção dos benefícios da associação (CAVALLET et al., 2000; REIS et al., 2000; SALA et al., 2007; LANA et al., 2012; DARTORA et al., 2013).

Dessa forma, acredita-se que a inoculação das sementes de trigo com a bactéria diazotrófica *A. brasilense* pode melhorar o desempenho agrônomo e conseqüentemente aumentar a produtividade de grãos da cultura. Nesse sentido, objetivou-se com o trabalho avaliar, em condições de campo, o desempenho agrônomo da cultura do trigo após inoculação das sementes com *A. brasilense*, isolada ou associada a doses de N, no Alto Uruguai do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo, na área experimental do Colégio Agrícola Estadual Ângelo Emílio Grando, em Erechim/RS, durante a safra 2012/2013. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (EMBRAPA, 2013). A correção do pH e a adubação foram realizadas com base na análise de solo e seguindo as recomendações técnicas para a cultura do trigo conforme a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2011).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos

casualizados, arranjado em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. No fator A foram alocadas as doses de nitrogênio (0,0; 67,5 e 135,0 kg ha⁻¹) e no B as doses de *A. brasilense* (0,0; 100; 200 e 300 mL ha⁻¹).

A cultivar de trigo semeada foi a TBIO Pioneiro, tendo em vista o recente lançamento e o potencial de utilização para a região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. A cultivar é de ciclo médio, semeada no espaçamento entre linhas de 0,17 m, com densidade média de 290 plantas m⁻². As unidades experimentais apresentaram 5 m de comprimento por 2,21 m de largura (11,05 m²).

A bactéria *A. brasilense* cepas Ab-V5 e Ab-V6, contendo a concentração de 2 x 10⁸ unidades formadoras de colônia mL⁻¹ (produto comercial Masterfix Gramíneas®), foi inoculada na forma líquida às sementes de trigo, previamente à semeadura realizada em 27/06/2012.

As doses de N foram aplicadas em cobertura, em duas fases fenológicas, metade da dose no afilhamento e a outra metade no alongamento dos nós. Para tanto, aplicou-se o N na forma de ureia (45% de N), de acordo com os tratamentos propostos.

Das variáveis avaliadas, a altura de plantas foi mensurada com régua graduada desde a base do solo até o ápice da espiga de modo aleatório em dez plantas de cada unidade experimental. O número de espigas foi determinado contando-as em quadrilátero 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) no centro de cada unidade experimental. Para determinar o comprimento de espigas (cm), número de grãos cheios, estéreis e o total de grãos por espiga, colheram-se aleatoriamente, em cada unidade experimental, 10 espigas de trigo, acondicionando-as em saco de papel e para as determinações em laboratório. Quando os grãos atingiram 18% de umidade, efetuou-se a colheita do trigo, em área útil de 3 x 1,5 m (4,5 m²), em cada unidade experimental, efetuando-se posteriormente a trilha. Na sequência, a umidade dos grãos foi ajustada para 13% e a produção extrapolada para kg ha⁻¹. Determinou-se ainda a massa de mil grãos (g), ao contar oito amostras de 100 grãos cada para serem pesadas em balança analítica e o peso hectolitro (kg hL⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F (p<0,05) e, sendo significativos, submetidos a modelos de regressão polinomial. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R²) e no significado biológico do modelo.

Resultados e Discussão

Os resultados demonstram que houve interação entre as doses de *A. brasilense* e as doses de N para as variáveis número de espigas (NE) e produtividade de grãos (P). Já para as variáveis altura de planta e peso hectolitro, foi constatado apenas efeito simples da dose da bactéria e/ou do N. O comprimento de espiga e o número de grãos estéreis por espiga, número de grãos cheios, total de grãos por espiga e massa de mil grãos não apresentaram efeito da interação e nem efeito simples dos tratamentos.

A altura de plantas apresentou efeito simples das doses de *A. brasilense* e das doses de N. O incremento das doses de *A. brasilense* provocou redução de aproximadamente 11% na altura de plantas até a

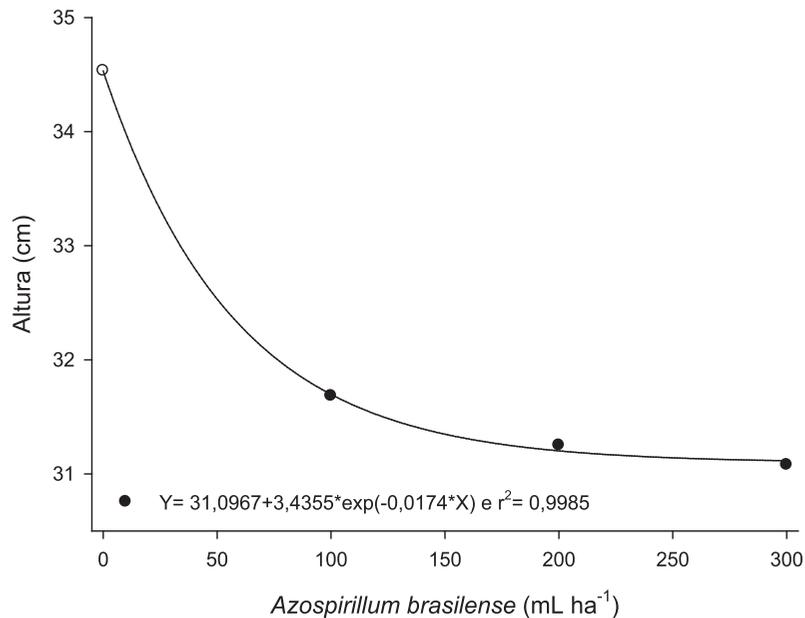


Figura 1. Altura de plantas de trigo cultivar TBIO Pioneiro submetida à inoculação de doses de *Azospirillum brasilense*. UFFS, Erechim/RS, 2012/2013.

aplicação de 200 mL ha⁻¹ (Figura 1). Resultados distintos foram verificados por Cavallet et al. (2000) e Dartora et al. (2013) na cultura domihlo, os quais não observaram a influência da inoculação de *Azospirillum* spp. sobre a altura das plantas.

A aplicação de doses crescentes de N demonstrou incremento linear na altura das plantas de trigo (Figura 2). Observou-se que a altura das plantas variou em 8,5% ao se usar entre 0 e 135 kg ha⁻¹, sendo constatado incremento de 0,019 cm a cada 1,0 kg de N aplicado.

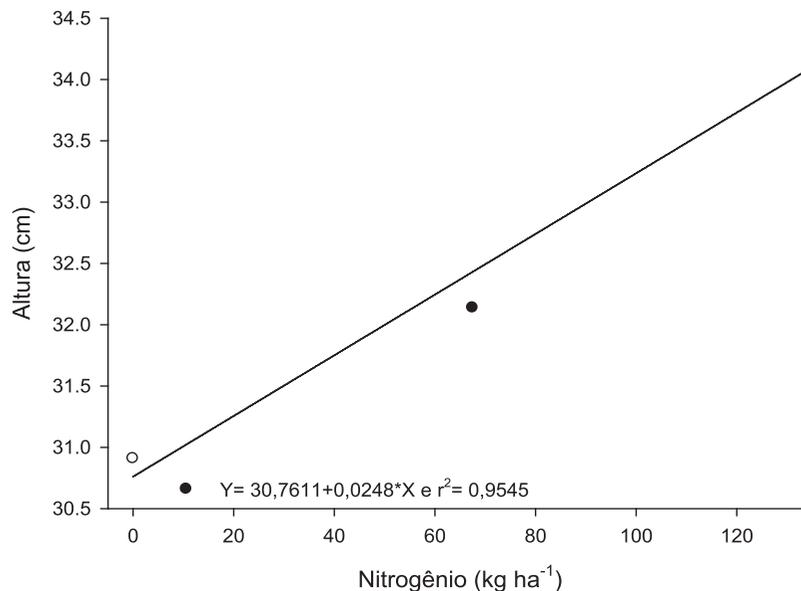


Figura 2. Altura de plantas de trigo cultivar TBIO Pioneiro submetida a doses de nitrogênio. UFFS, Erechim/RS, 2012/2013.

O número de espigas m⁻² apresentou interação entre as doses de *A. brasilense* e a dose 0 kg ha⁻¹ de N (Figura 3). Constatou-se aumento de 7% no número de espigas, quando aplicados 300 mL ha⁻¹ em comparação ao uso de 0 mL ha⁻¹ da bactéria. Aumento próximo a 30% no número de espigas de milho, quando inoculadas as sementes com *A. brasilense*, foi constatado por Araújo et al. (2014), comparando-se com o tratamento sem inoculação. O aumento no número de espigas pode ser atribuído ao maior desenvolvimento radicular das plantas da cultura, quando inoculadas com a bactéria (ARAÚJO et al., 2014), fato que pode promover melhor

absorção do N disponível no solo. Resultado contraditório foi observado por Didonet et al. (2000) ao avaliarem a inoculação das estirpes de *A. brasilense* 245 e o isolado 10 de *A. lipoferumna* cultura do trigo, constatando redução no número de espigas por unidade de área. Pode-se inferir que a inoculação da semente de trigo com *A. brasilense* é associada à cultura em que a mesma é inoculada, da cultivar e das condições edafoclimáticas dos locais de cultivo; ou seja, as respostas variaram em relação ao local de cultivo, o que sugere expressiva interação planta-bactéria-ambiente, conforme também observado por Sala et al. (2007).

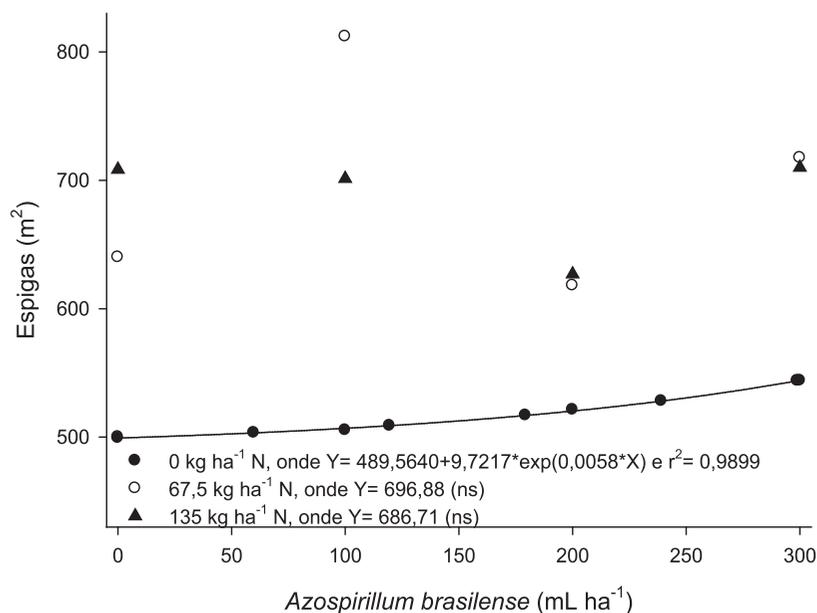


Figura 3. Número de espigas de trigo cultivar TBIO Pioneiro submetida à inoculação de doses de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio. UFFS, Erechim/RS, 2012/2013.

Para comprimento de espiga e número de grãos estéreis por espiga, não foram verificadas interação e nem efeito simples dos fatores testados, constatando-se comprimento médio da espiga de 8,0 cm e 9,0 grãos estéreis por espiga (dados não apresentados). Já Cavallet et al. (2000) verificaram que a inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. proporcionou, em média, aumento de 6% no comprimento das espigas na cultura do milho. Convém destacar que as culturas respondem de maneira diferenciada à inoculação das sementes com *A. brasilense*, pois em milho pode-se ter efeito positivo (Cavallet et al., 2000). Já em trigo, arroz e cevada, alguns autores encontraram efeitos neutros ou mesmo negativos (SLAFER e RAWSON 1994; DIDONET et al., 2000; SANTA et al., 2004).

O número de grãos cheios por espiga não apresentou interação nem efeito simples para os fatores, sendo verificados em média 38,4 grãos cheios por espiga. Diferente do encontrado, Didonet et al. (2000) relataram que a inoculação com bactérias diazotróficas endofíticas pode proporcionar translocação mais eficiente da biomassa das plantas para os grãos, produzindo grãos mais cheios e pesados. Isso porque a ação da bactéria sobre a planta potencializa a absorção e assimilação de N, essencial para as gramíneas expressarem grãos mais cheios (CAVALLET et al., 2000; ARAÚJO et al., 2014).

Para o número de grãos totais por espiga, constatou-se em média 47,7 grãos, sem verificar efeitos significativos dos tratamentos. Araújo et al. (2014), ao avaliarem a massa de espigas de milho, observaram aumento da variável ao inocularem a semente, em comparação aos tratamentos sem a presença de *A. brasilense*. Em trigo, Didonet et al. (2000) não constataram diferença no número de grãos por espiga

entre os tratamentos inoculados e não inoculados com *A. brasilense* e *A. lipoferum*.

O resultado da massa de mil grãos demonstrou que não houve interação entre as doses de *A. brasilense* e de nitrogênio, sendo verificado sem média 33,7 g. Sala et al. (2007) verificaram que independente da dose das bactérias diazotróficas (*Azospirillum brasilense*, *Achromobacter insolitus* e *Zoogloea ramigera*) ou da cultivar utilizada, a massa de mil grãos foi influenciada positivamente pelo emprego dos isolados testados. Para Didonet et al. (2000), o efeito positivo da interação *A. brasilense* com o N deve-se à melhor distribuição desse nutriente na planta, implicando em maior translocação para os grãos de trigo.

O peso hectolítrico (PH) não apresentou interação entre os fatores, sendo significativo apenas para as doses de nitrogênio (Figura 4). Constatou-se presente trabalho que o aumento na dose de nitrogênio promoveu redução no PH, sendo o mesmo fato verificado por Prado et al. (2012) ao avaliar doses de nitrogênio no desempenho agrônomico de genótipos de trigo. De acordo com Frizzone et al. (1996), a redução do PH pode ser atribuída à maior competição entre grãos por foto assimilados, já que o incremento das doses de N proporcionam aumento no número de espigas e no número de grãos. Entretanto, na presente pesquisa, estudou-se a interação das doses de *A. brasilense* e doses de N e não foi possível identificar o efeito isolado do N sobre as variáveis número de espigas (m²) e número de grãos por espiga. Ressalta-se que o PH é um dos parâmetros mais importantes que expressa a qualidade do trigo destinado à produção de farinha e que foi afetado negativamente pelo incremento na dose de N.

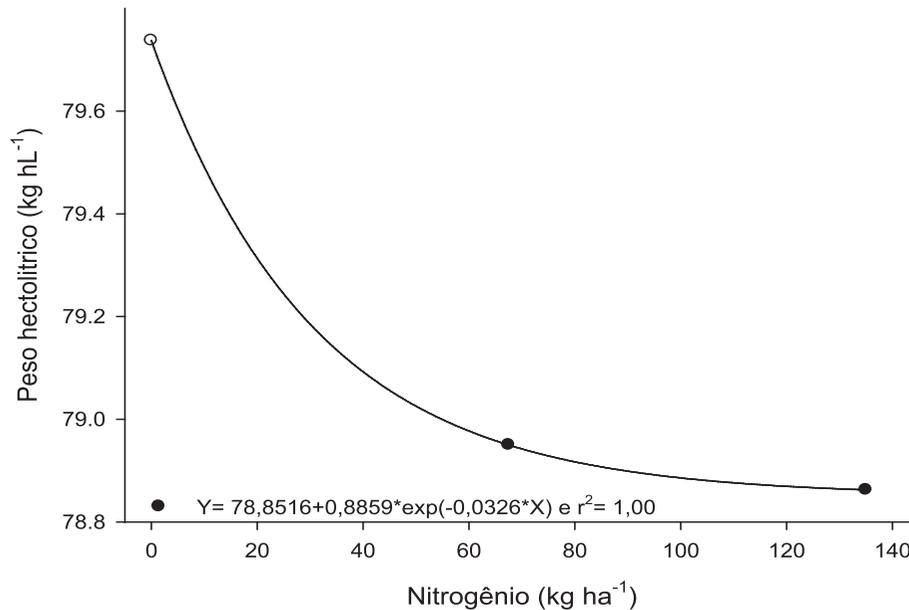


Figura 4. Peso hectolitro (kg hL⁻¹) de grãos de trigo cultivar TBIO Pioneiro submetida à aplicação de doses de nitrogênio. UFFS, Erechim/RS, 2012/2013.

Os valores observados para produtividade de grãos apresentaram interação significativa entre as doses de *A. brasilense* e de N (Figura 5). Para a dose 0 kg ha⁻¹ de N, observou-se maior produtividade de grãos quando associada à dose de 175 mL ha⁻¹ (2.885 kg ha⁻¹), sendo esta 16,9% superior à dose 0 da bactéria. A partir da dose 175 mL ha⁻¹ constatou-se redução da produtividade, fato que pode estar associado ao gasto energético destinado à emissão de novos perfilhos. Isso porque, segundo Didonet et al. (2000), o *A. brasilense* estimula o perfilhamento das plantas na fase inicial, que podem competir entre si por N, o que afetará a produtividade de grãos do trigo posteriormente.

Resultados do efeito positivo da inoculação de *A. brasilense* em gramínea são descritos por Cavallet et al. (2000), os quais verificaram que a aplicação de 100gd do produto comercial Graminante® em 20 kg de sementes de milho elevou a produtividade da cultura em 17% quando comparada à testemunha sem inoculante. Para Lana et al. (2012), a produtividade da cultura do milho quando analisada para dose 0 kg ha⁻¹ de N aumentou, em média, 11,4% nos tratamentos inoculados com *Azospirillum*, quando comparados aos tratamentos sem inoculação. Contudo, Sala et al. (2007) observaram que na ausência de fertilizante nitrogenado e na presença de *A. brasilense* isolado IAC-AT-8, nos genótipos de trigo ITD-19 e IAC-AT-8, não obtiveram benefício na produtividade de grãos com a inoculação das sementes.

A interação das doses de 67,5 e 135 kg ha⁻¹ de N com as doses da bactéria demonstram que, em ambas as doses de N, a presença da bactéria provocou redução na produtividade de grãos, quando comparada à produtividade obtida na ausência de *A. brasilense*

(Figura 5). Consta-se que a adição de *A. brasilense* até a dose de 220 e 235 mL ha⁻¹, associada respectivamente com a dose 67,5 e 135 kg ha⁻¹ de N, provocou redução de 16,51 e 29,34% na produtividade de grãos. A partir das doses de 220 e 235 mL ha⁻¹ verificou-se estabilização e posterior leve aumento nos valores de produtividade até a maior dose da bactéria (300 mL ha⁻¹). Por conseguinte, pode-se inferir que o uso da bactéria apenas justifica-se quando não é aplicado N. Os resultados obtidos são corroborados por Lana et al. (2012), os quais verificaram que a inoculação das sementes com *Azospirillum* associada à adubação nitrogenada em cobertura reduziu a produtividade do milho.

Pode-se associar o efeito negativo da inoculação de doses da bactéria e o uso de doses de N sobre a produtividade à redução da eficiência de fixação biológica, especialmente pelo amônio contido nos adubos nitrogenados, pois este reduz rapidamente a atividade da enzima responsável pela transformação do N₂ atmosférico (Lopes, 2007).

Entretanto Sala et al. (2007) destacam que foi possível verificar benefícios de até 26% na produtividade de grãos provenientes da inoculação associada à maior dose de N testada (120 kg ha⁻¹). Santa et al. (2004), em seus ensaios com trigo, cevada e aveia em casa de vegetação, também relataram aumento de produtividade na associação de *Azospirillum* spp. com adubações nitrogenadas. Cavallet et al. (2000) propõem que a inoculação maximiza a utilização de N disponível e proporciona translocação mais eficiente da biomassa das plantas para os grãos, produzindo grãos mais pesados (DIDONET et al., 2000).

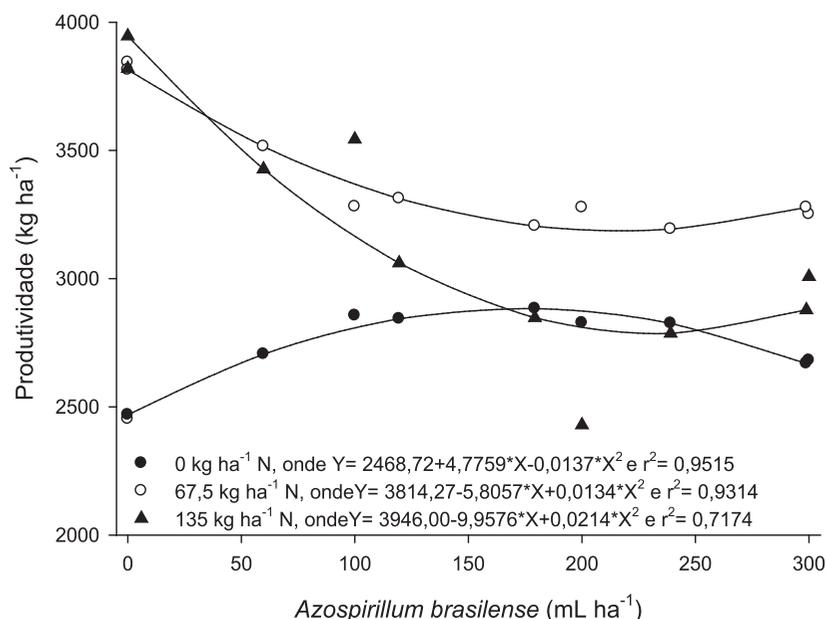


Figura 5. Produtividade de grãos de trigo cultivar TBIO Pioneiro submetida à inoculação com doses de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio. UFFS, Erechim/RS, 2012/2013.

Conclusões

O efeito positivo de *A. brasilense* sobre as variáveis é observado, em geral, com o uso de doses superiores a 160 mL ha⁻¹ e na ausência da aplicação de nitrogênio. O *A. brasilense* influenciou negativamente a altura de planta e o número de espigas. Ocorreu redução do peso hectolitro dos grãos de trigo com o incremento das doses de nitrogênio. A produtividade de grãos foi influenciada positivamente por *A. brasilense*, dentro de determinadas doses. A associação de *A. brasilense* e de nitrogênio apresenta efeito negativo na produtividade de grãos de trigo, sendo observada maior produtividade apenas quando a bactéria é aplicada na ausência do uso de nitrogênio. As variáveis comprimento de espiga, número de grãos totais por espiga, cheios e estéreis, e a massa de mil grãos não foram influenciadas pelos tratamentos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo auxílio financeiro à pesquisa e pelas concessões de bolsas.

Referências

- ARAÚJO, R.M. et al. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.44, n.7, p.10-15, 2014.
- CAVALLET, L.E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para o**

trigo e triticale: safra 2012. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Trigo - Brasil. Série Histórica de: área, produtividade e produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 11 jun.2014.

DARTORA, J. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DIDONET, A.D. et al. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.401-411, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FRIZZONE, J.A. et al. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.6, p.425-434, 1996.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n.1-2, p.413-425, 2010.

LANA, M.C. et al. Inoculação com *Azospirillum*, associado à adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.399-405, 2012.

LOPES, A.S. Fixação biológica do nitrogênio no sistema solo-planta. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., Piracicaba. **Anais...s.l.:** IPNI Brasil, 2007.

MEGDA, M.M. et al. Resposta de cultivares de trigo ao

nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.4, p.1055-1060, 2009.

MENDES, M.C.et al. Avaliação da eficiência agronômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.95-110, 2011.

MENEZES, M.F.S. et al. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.1941-1948, 2008.

NOVAKOWSKI, J.H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho *Semina*. **Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1687-1698, 2011.

PRANDO, A.M. et al. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agronômico de genótipos de trigo *Semina*: **Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.621-632, 2012.

REIS, V.M.et al. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Science**, v.19, n.3, p.227-247, 2000.

SALA, V.M.R. et al. Resposta de genótipo de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

SANTA, O.R.D. et al. *Azospirillum sp.* Inoculation in wheat, barley and oats seeds greenhouse experiments. **Revista Brasileira de Biologia e Tecnologia**, v.47, n.6, p.843-850, 2004.

SANT'ANA, E.V.P.et al. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.491-496, 2010.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N.K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p.1237-1248, 2007.

SLAFER, G.A.; RAWSON, H.M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, n.4, p.393-426, 1994.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.T. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.8, p.797-804, 2010.